

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

FO - IP21201

E. P. 75

j1036 U.S. P1  
09/848432

05/04/01

(51) Int.Cl.

H04L 12/26  
G06F 11/22  
G06F 13/00  
G06F 13/00  
H04L 29/14  
H04M 3/22

(21) Application number : 08-064266

(71)Applicant : **INTERNATL BUSINESS MACH CORP**  
**<IBM>**

(22) Date of filing : 21.03.1996

(72)Inventor : FINNEY DAMON W  
RAYFIELD MICHAEL JAMES

(30)Priority

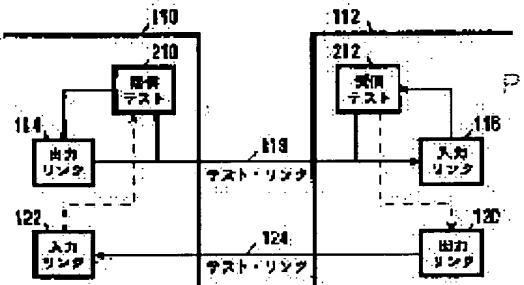
Priority number : 95 419213      Priority date : 10.04.1995      Priority country : US

(54) METHOD AND APPARATUS FOR TESTING LINK BETWEEN NETWORK SWITCHES

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a test link protocol that continuously monitors each link in a network to conform that the link is correctly transmitting data.

**SOLUTION:** Toruses 110 and 112 have at least one of a transmission test 210 and a receiving test 212. A transmission test component monitors a control code with a torus link output. A receiving test component monitors a control code with a torus link input. The transmission test component makes a transmission request from a test-link control code after a prescribed interval. A torus sends a test-link code to an adjacent torus, is eliminated from a data stream there, and sent to a receiving test of the torus. Next, the test 212 generates a response message, and requests it to be sent back to the sending torus. The transmission test analyzes the message after receiving the message and determines whether a network link is functioning correctly. An error is declared, also when the test 210 does not receive response within a prescribed interval.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-331126

(43)公開日 平成8年(1996)12月13日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 L 12/26		9466-5K	H 04 L 11/12	
G 06 F 11/22	3 1 0		G 06 F 11/22	3 1 0 Q
13/00	3 0 1		13/00	3 0 1 V
	3 5 1	7368-5E		3 5 1 N
H 04 L 29/14			H 04 M 3/22	Z
			審査請求 未請求 請求項の数20 OL (全8頁)	最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-64266

(22)出願日 平成8年(1996)3月21日

(31)優先権主張番号 419213

(32)優先日 1995年4月10日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク(番地なし)

(72)発明者 デーモン・ダブリュ・フィニイ

アメリカ合衆国95133 カリフォルニア州  
サンノゼストーンクリスト・ウェイ 2830

(74)代理人 弁理士 合田潔(外2名)

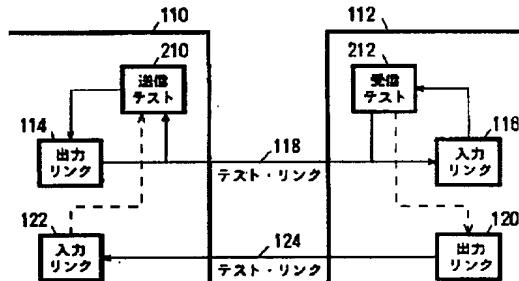
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ネットワーク・スイッチ間のリンクをテストするための方法および装置

## (57)【要約】

【課題】 リンクが正しくデータを伝送していることを確認するためにネットワーク内の各リンクを連続監視するテスト・リンク・プロトコルを提供する。

【解決手段】 トーラスは、送信テストと受信テストの少なくとも1つを有する。送信テスト構成要素は、トーラス・リンク出力で制御コードを監視する。受信テスト構成要素は、トーラス・リンク入力で制御コードを監視する。所定の間隔後、送信テスト構成要素は、test\_link制御コードの送信要求をする。トーラスは隣接トーラスにtest\_linkコードを送信し、そこでそれがデータ・ストリームから除去され、そのトーラスの受信テストに送信される。次に、受信テストは応答メッセージを生成し、それを発信トーラスに送り返すよう要求する。そのメッセージの受信後、送信テストはメッセージを分析し、ネットワーク・リンクが正しく機能しているかを判定する。送信テストが所定の間隔内に応答を受信しない場合もエラーが宣言される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】エラー検出プロトコルを有するネットワークにおいて、前記ネットワークが、  
第1のスイッチと、

前記第1のスイッチにリンクされた第2のスイッチと、  
前記第1のスイッチに関連する送信テスト構成要素であ  
って、前記第2のスイッチにメッセージを送信し、前記  
第2のスイッチから受け取ったメッセージと前記送信テ  
スト構成要素とを比較して、ネットワーク・エラーを検  
出するための、送信テスト構成要素と、

前記第2のスイッチに関連する受信テスト構成要素であ  
って、前記送信テスト構成要素から受け取ったメッセージ  
に対して応答するための、受信テスト構成要素とを含  
むことを特徴とするネットワーク。

【請求項2】カウンタであって、前記カウンタが前記送  
信テスト構成要素に関連し、前記第2のスイッチに前記  
メッセージを送信すべき時期を判定し、前記第2のスイ  
ッチから応答を受け取るべき時期を判定するための、カ  
ウンタをさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載  
のネットワーク。

【請求項3】前記送信テスト構成要素に関連する第1の  
状態と、

前記受信テスト構成要素に関連する第2の状態とをさ  
らに含み、前記受信テスト構成要素が前記第1のスイッチ  
に前記第2の状態を送信し、前記送信テスト構成要素が  
前記第2の状態と前記第1の状態を比較して、前記ネット  
ワーク・エラーを検出することを特徴とする、請求項  
1に記載のネットワーク。

【請求項4】前記第1および第2のスイッチがトーラス  
・スイッチであることを特徴とする、請求項1に記載の  
ネットワーク。

【請求項5】前記ネットワーク・エラーが検出されたと  
きに前記第1および第2のスイッチを制御するためのエ  
ラー処理手段をさらに含むことを特徴とする、請求項  
1に記載のネットワーク。

【請求項6】前記エラー処理手段が、

前記ネットワーク・エラーが検出されたときに前記ネ  
ットワークを遮断するための手段をさらに含むことを特徴  
とする、請求項5に記載のネットワーク。

【請求項7】前記エラー処理手段が、

前記ネットワーク・エラーが検出されたときに前記ネ  
ットワークをリセットするための手段をさらに含むことを特徴  
とする、請求項5に記載のネットワーク。

【請求項8】前記エラー処理手段が、

前記ネットワーク・エラーが検出されたときにネットワー  
ク・スーパバイザに通知するための手段をさらに含むことを特徴  
とする、請求項5に記載のネットワーク。

【請求項9】前記第1のスイッチに関連する第1の入出  
力リンクであって、前記第1の入出力リンクが第1の入  
力リンクと第1の出力リンクとを有する第1の入出力リ

ンクと、

前記第2のスイッチに関連する第2の入出力リンクであ  
って、前記第2の入出力リンクが第2の入力リンクと第  
2の出力リンクとを有し、前記第1の出力リンクが單一  
方向接続部によって前記第2の入力リンクに接続され、  
前記第2の出力リンクが單一方向接続部によって前記第  
1の入力リンクに接続されている第2の入出力リンクと  
をさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載のネ  
ットワーク。

10 【請求項10】前記單一方向接続部が物理リンクである  
ことを特徴とする、請求項9に記載のネットワーク。

【請求項11】第1のスイッチと第2のスイッチとを有  
するネットワークにおけるエラー検出の方法において、  
前記第1のスイッチから前記第2のスイッチにメッセ  
ージを送信するステップと、

前記メッセージに応答して、前記第2のスイッチに関連  
する受信テスト構成要素の状態を判定するステップと、  
前記受信テスト構成要素の前記状態を前記第1のスイ  
ッチに送信することにより、前記メッセージに応答するス  
テップと、

前記受信テスト構成要素の前記状態と前記第1のスイ  
ッチに関連する送信テスト構成要素の状態とを比較して、  
ネットワーク・エラーを検出するステップとを含むこと  
を特徴とする方法。

【請求項12】所定の時間間隔後に前記メッセージが前  
記第2のスイッチに送信されることを特徴とする、請求  
項1に記載の方法。

【請求項13】所定の時間間隔以内に前記応答が前記第  
1のスイッチによって受信されない場合に前記ネットワ  
ーク・エラーを検出するステップをさらに含むことを特  
徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項14】前記第1および第2のスイッチがトーラス  
・スイッチであることを特徴とする、請求項11に記  
載の方法。

【請求項15】前記エラーが検出されたときに所定のア  
クションを行うステップをさらに含むことを特徴とす  
る、請求項1に記載の方法。

【請求項16】前記所定のアクションが前記ネットワー  
ークの遮断であることを特徴とする、請求項15に記載  
の方法。

【請求項17】前記所定のアクションが前記ネットワー  
ークのリセットであることを特徴とする、請求項15に記  
載の方法。

【請求項18】前記所定のアクションがネットワーク・  
スーパバイザへの通知であることを特徴とする、請求項  
15に記載の方法。

【請求項19】前記第1のスイッチが、前記第1のスイ  
ッチを前記第2のスイッチに接続する第1の入出力リンク  
を有し、前記第2のスイッチが、前記第2のスイッチ  
を前記第1のスイッチに接続する第2の入出力リンクを

有することを特徴とする 請求項11に記載の方法。

【請求項20】前記第1の入出力リンクが第1の入力リンクと第1の出力リンクとを有し、前記第2の入出力リンクが第2の入力リンクと第2の出力リンクとを有し、前記第1の出力リンクが單一方向接続部によって前記第2の入力リンクに接続され、前記第2の出力リンクが單一方向接続部によって前記第1の入力リンクに接続されることを特徴とする、請求項19に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的にはデータ伝送ネットワークに関し、より具体的にはネットワーク・スイッチ間のエラーを検出するためのエラー検出プロトコルに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、大規模データ処理ネットワークは、通信リンクによって分離された数多くの各種スイッチを含んでいる。それぞれのスイッチは1つまたは複数の他のスイッチにリンクされている。このようなスイッチは、絶えずデータを送受信する。エラーを発生せずにデータが確実にネットワークを通過するように、データ伝送プロトコルが使用される。

【0003】データ伝送プロトコルは、通常、すべてのスイッチとリンクが正しく機能していることを確認するために制御コードに頼っている。たとえば、送信スイッチはデータが送信されたことを示すコードを送信し、受信スイッチはデータを受信したことを確認する応答を送信する。送信スイッチは、所定の期間内に肯定応答を受信することを予期する。それを受信できない場合、タイムアウト・エラーが発生する。

【0004】タイムアウト・エラーは、ネットワーク障害の第1の指示である場合が多い。しかし、このようなエラーは、そのエラーが何かを示しておらず、ネットワーク内で障害が発生した部分を分離するわけでもない。したがって、ネットワークのどの部分に障害が発生したかをスイッチまたはネットワークの管理者が判別することは難しい。さらに、スイッチは、到着しない肯定応答コードを待って、貴重な時間を浪費する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は、ネットワーク・エラーが発生した時期を迅速に判定するための方法および装置を提供することにある。

【0006】本発明の他の目的は、ネットワーク・エラーが発生した箇所を迅速に判定するための方法および装置を提供することにある。

【0007】本発明の他の目的は、ネットワーク・エラーの位置を分離するための方法および装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記およびその他の目的は、リンクが正しく高水準プロトコルに従っていることを確認するためにネットワーク内の各リンクを連続監視するテスト・リンク・プロトコルによって、本発明により達成される。それぞれのトーラスすなわちスイッチは、一方が送信リンクでもう一方が受信リンクである1対の單一方向リンクによって少なくとも1つの他のトーラスに接続されている。それぞれの送信リンクは、他のトーラスの受信リンクに接続され、その逆の接続も行われている。各トーラスは、送信テストと受信テストという2つの機能構成要素の少なくとも1つを有する。送信テスト構成要素は、トーラス・リンク出力で制御コードを監視する。受信テスト構成要素は、トーラス・リンク入力で制御コードを監視する。テスト・リンク・プロトコルは、ネットワーク内の各リンク対ごとに実施され、各対を別々にテストする。

【0009】所定の間隔後、送信テスト構成要素は、test\_link制御コードを送信するよう求める要求を自動的に行う。トーラスは隣接トーラスにtest\_linkコードを20送信し、そこでそれがデータ・ストリームから除去され、そのトーラスの受信テストに送信される。次に、受信テストは応答メッセージを生成し、そのメッセージを発信トーラスに送り返すよう求める要求を行う。そのメッセージの受信後、送信テストはメッセージを分析し、ネットワーク・リンクが正しく機能しているかどうかを判定する。エラーが検出された場合、送信テストはエラー・メッセージを出し、そのメッセージを使用したネットワーク・リンクを遮断する。送信テストが所定の間隔内に応答を受信しない場合もエラー・メッセージが送信される。

【0010】上記の説明は、以下に続く本発明の詳細説明がより十分に理解されるように、本発明の特徴と技術的利点をかなり大まかに示したものである。本発明の請求の範囲の主題を形成する本発明の他の特徴および利点については、以下に説明する。当業者は、本発明の同じ目的を実施するために他の構造を修正または設計するための基礎として、開示した概念および特定の実施例を容易に使用できることに留意されたい。また、当業者は、このような同等の構造が特許請求の範囲に記載した本発明の精神および範囲を逸脱しないことにも留意されたい。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明は、複数スイッチが論理データ・チャネルによって接続されているどのようなネットワークでも使用することができる。たとえば、本発明は、数千のスイッチまたは接続部を有する大規模ネットワークや、コンピュータの周辺機器を1台のコンピュータ・システムのシステム・バスに接続する小規模ネットワークで実施することができる。

50 【0012】図1は、相互接続された複数トーラスの典

型的な構成を示している。「トーラス (torus)」は、ネットワークを介して情報を伝送するために使用するクロスポイント・スイッチである。2つのトーラス 110、112 が示されている。トーラス 110 は、物理リンク 118 によりトーラス 112 の入力リンク 116 に接続された出力リンク 114 を有する。同様に、トーラス 112 の出力リンク 120 は、物理リンク 124 によりトーラス 110 の入力リンク 122 に接続されている。

【0013】1対の相互接続入出力リンク 114、116、120、122 が1つの論理データ・チャネルを形成する。このリンク 118、124 自体はここでは「物理リンク」と呼ぶが、実際はどのような形態のデータ伝送に基づくものでもよい。したがって、入出力リンク 114、116、120、122 は物理的に接続されている必要はない。それぞれのトーラス 110、112 は、その出力リンク 114、116 を介してもう一方のトーラスにメッセージを送信する。このメッセージは特定のプロトコルに従う。このプロトコルは、複数の制御コードから構成される。制御コードは、メッセージのサイズや、そのメッセージに対して受信側トーラスがどのアクションを行うかなどの情報を提供する。

【0014】図2は、図1のトーラス 110、112 を接続する1対の入出力リンクの詳細図を示している。また、送信210と受信212の各テスト機能構成要素も示されている。この2つの構成要素 210、212 は、トーラス間の各リンク対 118、124 ごとに存在する。送信210と受信212の各テスト機能構成要素は、トーラス間でテスト・リンク・プロトコルを実施する。

【0015】それぞれの出力リンク 114、120 は、物理リンク 118、124 を介してそれぞれのトーラス 110、112 からもう一方のトーラス 112、110 の入力リンク 116、122 へデータを送信する。また、出力リンク 114、120 は、送信210と受信212の各テスト構成要素からの要求を処理し、それに基づいて動作し、もう一方のトーラスにメッセージを送信する。

【0016】入力リンク 116、122 は、それぞれの物理リンク 118、124 からデータを受信する。さらに、入力リンク 116、122 は、所与の制御コードを検出し、そのコードをデータ・ストリームから除去し、次にそのコードの到着を送信テスト210または受信テスト212のいずれかに通知する。たとえば、入力リンク 116 は、test\_link制御コードを検出し、それをデータ・ストリームから除去し、その到着を受信テスト212に通知する。入力リンク 116、122 および出力リンク 114、120 のその他の動作については後述する。

【0017】送信テスト210は、物理リンク 118 を

介して送信されるメッセージを監視し、出力リンク 114 にメッセージを送信し、入力リンク 122 からメッセージを受信できるように、トーラス 110 に接続されている。送信テスト210は、制御コードの監視、受信テスト212にtest\_linkメッセージを送信すべき時期の判定、受信テスト212の状態とそれ自体の状態との比較という3つの主な機能を有する。

【0018】送信テスト210は、物理リンク 118 を介して出力リンク 114 によって送信された制御コードを監視する。送信テスト210は、状態計算機 (state machine) を使用してこれらのコードを追跡する。状態計算機の実際の構成は、ネットワークが使用するプロトコルに依存する。ただし、状態計算機がエラー検出に使用されるので、送信テスト210と受信テスト212の両方が同一の状態計算機を使用しなければならない。

【0019】図3は、制御コードを追跡するためのサンプル状態計算機を示している。この状態計算機は、「アイドル」310、「制御コード1」312、「制御コード2」314 という3通りの状態を有する。この状態計算機は、対応する制御コードを検出するとそれぞれの状態に移行する。たとえば、出力リンク 114 が物理リンク 118 を介してcontrol\_code\_1を送信すると、状態が「アイドル」310 から「制御コード1」312 に変化する。

【0020】送信テスト210は、test\_linkメッセージを受信テスト212に送信すべき時期を判定する。メッセージは所定の時間間隔後に送信することができるが、最良モードについてここに記載する。物理リンク 118 上にメッセージ・トラフィックがまったくない場合、送信テスト210は、65、536クロック・サイクルごとに出力リンク 114 がtest\_linkを送信するよう要求する。物理リンク 118 上にメッセージがある場合、送信テスト210は、メッセージの開始から64サイクル後にtest\_linkを要求する。トラフィックが可能になるとただちに出力リンク 114 が受信テスト212にtest\_linkメッセージを送信する。

【0021】受信テスト212には、物理リンク 118 が伝達する制御コードの監視と、test\_linkメッセージに応答して受信テスト212の状態計算機の現行状態を送信テスト210に送信することという2つの主な目的がある。

【0022】受信テスト212は、リンク上で送信された制御コードを監視できるように、物理リンク 118 に接続されている。受信テストは、図3に示すような状態計算機を実現し、それが検出する制御コードに応じて状態計算機を更新する。

【0023】入力リンク 116 は、test\_linkメッセージを受信すると、そのメッセージを受信テスト212に通知する。それに応答して、受信テスト212は、受信テスト212の状態計算機の現行状態を含む、recv\_test

\_responseメッセージを作成する。次に、受信テスト212は、出力リンク120がrcv\_test\_responseメッセージを送信するよう要求する。出力リンク120は、物理リンク124を介して入力リンク122にrcv\_test\_responseメッセージを送信する。

【0024】次に、送信テスト210は、受信テスト212の状態とそれ自体の状態とを比較する。通常動作では、両方のテスト構成要素210、212が同じ状態計算機を実現するので、両者は同じ状態になっていなければならぬ。両方の構成要素210、212の状態が異なっている場合、ネットワーク・エラーが発生している。さらに、所定の時間間隔内に送信テスト210がrcv\_test\_responseメッセージを受信しない場合もエラーが発生する。

#### 【0025】送信テスト

図4は、送信テスト210内の論理ブロックの詳細図を示している。物理リンク118には、デコーダ410とカウンタ412が接続されている。デコーダ410は制御コード監視状態計算機（「CCMSM」）414に接続され、これは比較器416に接続されている。カウンタ412は送信テスト・リンク状態計算機（「STLSM」）418に接続されている。クロック・サイクルを生成するシステム・クロックも存在するが、図示していない。

【0026】デコーダ410は、物理リンク118を介して送信された制御コードを監視し、デコードする。その後、この制御コードはCCMSM414に送られる。CCMSM414は、図3に示すような状態計算機を実現するものである。

【0027】カウンタ412はクロック・サイクルをカウントする。カウンタ412の限界は、図5に示す状態計算機を使用して判定する。物理リンク118上でメッセージが送信された場合、カウンタ412の最大カウントはメッセージの先頭から64サイクルになる。test\_link制御コードを送信するよう、STLSM418が要求した場合、カウンタ412の最大カウントは32になる。それ以外の場合、カウンタ412の最大値は65、536になる。カウンタ412は、その最大カウントに達すると、STLSM418に信号を送信する。

【0028】STLSM418は、test\_linkメッセージを送信すべき時期と、ネットワーク・エラーが発生したかどうかを判定する。STLSM418は、図6に示す状態計算機を実現するものである。この状態計算機には、「カウンタ増加」610と、「test\_link要求」612と、「テスト応答」614と、「状態比較」616の4通りの状態がある。

【0029】STLSM418の状態計算機は、カウンタ412からcounter\_at\_limit信号を受け取るまで、「カウンタ増加」状態610のままになる。その後、状態計算機は「test\_link要求」状態612に移行する。

状態612では、STLSM418が出力リンク114に信号を送信し、物理リンク118を介してtest\_linkメッセージを送信するよう要求する。また、状態612では、STLSM418がカウンタ412を32に設定する。その後、STLSM418は「テスト応答」状態614に移行する。

【0030】状態614では、状態計算機は、入力リンク122からのrcv\_test\_response信号またはカウンタ412からのcounter\_at\_limit信号のいずれかを待つ。

10 rcv\_test\_response信号を受け取ると、状態計算機は「状態比較」状態614に移行し、次に「カウンタ増加」状態610に戻る。状態614である間に受け取ったcounter\_at\_limit信号は、test\_linkメッセージの送信後、32サイクルが経過したことを示す。したがって、32サイクル以内にトーラス112から応答を受け取っていないので、エラーが発生している。

【0031】比較器416は、受信テスト212の状態と送信テスト210の状態とを比較する。比較器416は、入力リンク122とCCMSM414から信号を受け取る。受信テスト212の状態は、入力リンク122から受け取ったrcv\_test\_response信号に埋め込まれている。この2つの信号を使用して、比較器416は受信テスト212の状態とCCMSM414の状態とを比較する。これらの状態が異なり、STLSM418が状態比較状態614になっている場合、制御信号は失われており、ネットワーク・エラーが発生している。

#### 【0032】受信テスト

図7は、受信テスト212内の論理ブロックの詳細図を示している。物理リンク118にはデコーダ710が接続されている。デコーダ710は、CCMSM712にも接続されている。入力リンク116は制御コード・テスト・リンク・デコーダ（「CCTL D」）714に接続されている。このCCTL D714は、ラッチ716に接続されている。CCMSM712とラッチ716は、どちらも出力リンク120（図7には図示せず）に接続された出力718、720を有する。クロック・サイクルを生成するシステム・クロックも存在するが、図示していない。

【0033】デコーダ710は、物理リンク118を介して送信された制御コードを監視し、デコードする。デコードされたコードは、その後、CCMSM712に送られる。CCMSM712は図3のような状態計算機を実現するものである。さらに、CCMSM712はその現行状態を示す出力718を有する。この出力718は、出力リンク120に接続される。

【0034】CCTL D714は、入力リンク116によって受信されたtest\_link信号をデコードする。test\_link信号はわずか1サイクル分しか持続せず、したがって、CCTL D714の出力信号もそのようになる。このため、CCTL D714はその出力をラッチ716に

送信する。ラッチ716の出力は、出力リンク120が物理リンク124を介してrecv\_test\_responseメッセージを送信するよう要求する1サイクル・パルスを生成する。トライフィックが可能になると、出力リンク120は、制御コード監視状態計算機712の状態を含むrecv\_test\_responseメッセージを送信する。

【0035】このrecv\_test\_responseメッセージは入力リンク122によって受信される。入力リンク122は、そのメッセージを検出し、それをデータ・ストリームから除去し、その内容を送信テスト210に渡す。前述のように送信テスト210は、その後、このメッセージを使用して、送信テスト210と受信テスト212の状態を比較する。

【0036】送信テスト210は、ネットワーク・エラーが発生していると判定すると、通常、エラーが発生している論理通信チャネルを遮断するか、論理チャネルのリセットまたはネットワーク・スーパバイザへの通知など、別の所定のアクションを実行することになる。当然のことながら、ネットワークを介してメッセージを送信するためには他のチャネルも使用することができる。

【0037】本発明およびその利点を詳細に説明してきたが、特許請求の範囲に定義した本発明の精神および範囲を逸脱せずに、ここで様々な変更、代用、および代替態様が可能であることに留意されたい。

【0038】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0039】(1) エラー検出プロトコルを有するネットワークにおいて、前記ネットワークが、第1のスイッチと、前記第1のスイッチにリンクされた第2のスイッチと、前記第1のスイッチに関連する送信テスト構成要素であって、前記第2のスイッチにメッセージを送信し、前記第2のスイッチから受け取ったメッセージと前記送信テスト構成要素とを比較して、ネットワーク・エラーを検出するための、送信テスト構成要素と、前記第2のスイッチに関連する受信テスト構成要素であって、前記送信テスト構成要素から受け取ったメッセージに対して応答するための、受信テスト構成要素とを含むことを特徴とするネットワーク。

(2) カウンタであって、前記カウンタが前記送信テスト構成要素に関連し、前記第2のスイッチに前記メッセージを送信すべき時期を判定し、前記第2のスイッチから応答を受け取るべき時期を判定するための、カウンタをさらに含むことを特徴とする、上記(1)に記載のネットワーク。

(3) 前記送信テスト構成要素に関連する第1の状態と、前記受信テスト構成要素に関連する第2の状態とをさらに含み、前記受信テスト構成要素が前記第1のスイッチに前記第2の状態を送信し、前記送信テスト構成要素が前記第2の状態と前記第1の状態を比較して、前記ネットワーク・エラーを検出することを特徴とする、上

記(1)に記載のネットワーク。

(4) 前記第1および第2のスイッチがトーラス・スイッチであることを特徴とする、上記(1)に記載のネットワーク。

(5) 前記ネットワーク・エラーが検出されたときに前記第1および第2のスイッチを制御するためのエラー処理手段をさらに含むことを特徴とする、上記(1)に記載のネットワーク。

10 (6) 前記エラー処理手段が、前記ネットワーク・エラーが検出されたときに前記ネットワークを遮断するための手段をさらに含むことを特徴とする、上記(5)に記載のネットワーク。

(7) 前記エラー処理手段が、前記ネットワーク・エラーが検出されたときに前記ネットワークをリセットするための手段をさらに含むことを特徴とする、上記(5)に記載のネットワーク。

20 (8) 前記エラー処理手段が、前記ネットワーク・エラーが検出されたときにネットワーク・スーパバイザに通知するための手段をさらに含むことを特徴とする、上記(5)に記載のネットワーク。

(9) 前記第1のスイッチに関連する第1の入出力リンクであって、前記第1の入出力リンクが第1の入力リンクと第1の出力リンクとを有する第1の入出力リンクと、前記第2のスイッチに関連する第2の入出力リンクであって、前記第2の入出力リンクが第2の入力リンクと第2の出力リンクとを有し、前記第1の出力リンクが單一方向接続部によって前記第2の入力リンクに接続され、前記第2の出力リンクが單一方向接続部によって前記第1の入力リンクに接続されている第2の入出力リンクとをさらに含むことを特徴とする、上記(1)に記載のネットワーク。

30 (10) 前記單一方向接続部が物理リンクであることを特徴とする、上記(9)に記載のネットワーク。

(11) 第1のスイッチと第2のスイッチとを有するネットワークにおけるエラー検出の方法において、前記第1のスイッチから前記第2のスイッチにメッセージを送信するステップと、前記メッセージに応答して、前記第2のスイッチに関連する受信テスト構成要素の状態を判定するステップと、前記受信テスト構成要素の前記状態40を前記第1のスイッチに送信することにより、前記メッセージに応答するステップと、前記受信テスト構成要素の前記状態と前記第1のスイッチに関連する送信テスト構成要素の状態とを比較して、ネットワーク・エラーを検出するステップとを含むことを特徴とする方法。

(12) 所定の時間間隔後に前記メッセージが前記第2のスイッチに送信されることを特徴とする、上記(1)に記載の方法。

(13) 所定の時間間隔以内に前記応答が前記第1のスイッチによって受信されない場合に前記ネットワーク・エラーを検出するステップをさらに含むことを特徴とす50

る、上記(11)に記載の方法。

(14) 前記第1および第2のスイッチがトーラス・スイッチであることを特徴とする、上記(11)に記載の方法。

(15) 前記エラーが検出されたときに所定のアクションを行うステップをさらに含むことを特徴とする、上記(11)に記載の方法。

(16) 前記所定のアクションが前記ネットワークの遮断であることを特徴とする、上記(15)に記載の方  
法。

(17) 前記所定のアクションが前記ネットワークのリ  
セットであることを特徴とする、上記(15)に記載の  
方法。

(18) 前記所定のアクションがネットワーク・スーパ  
バイザへの通知であることを特徴とする、上記(15)  
に記載の方法。

(19) 前記第1のスイッチが、前記第1のスイッチを  
前記第2のスイッチに接続する第1の入出力リンクを有  
し、前記第2のスイッチが、前記第2のスイッチを前記  
第1のスイッチに接続する第2の入出力リンクを有する  
ことを特徴とする、上記(11)に記載の方法。

(20) 前記第1の入出力リンクが第1の入出力リンクと  
第1の出力リンクとを有し、前記第2の入出力リンクが  
第2の入出力リンクと第2の出力リンクとを有し、前記第  
1の出力リンクが單一方向接続部によって前記第2の入  
力リンクに接続され、前記第2の出力リンクが單一方向\*

\*接続部によって前記第1の入力リンクに接続されること  
を特徴とする、上記(19)に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】トーラススイッチ・リンク相互接続の典型的な  
構成を示す図である。

【図2】2つのトーラスを接続する1対の入出力リンク  
の詳細図である。

【図3】制御コードを追跡するためのサンプル状態計算  
機を示す図である。

10 【図4】送信テスト構成要素内の論理ブロックの詳細図  
である。

【図5】送信テスト・カウンタの最大カウントを判定す  
るために使用する状態計算機を示す図である。

【図6】送信テスト構成要素の挙動を制御するためによ  
く使用する状態計算機を示す図である。

【図7】受信テスト構成要素内の論理ブロックの詳細図  
である。

【符号の説明】

110 トーラス

20 112 トーラス

114 出力リンク

116 入力リンク

118 物理リンク

120 出力リンク

122 入力リンク

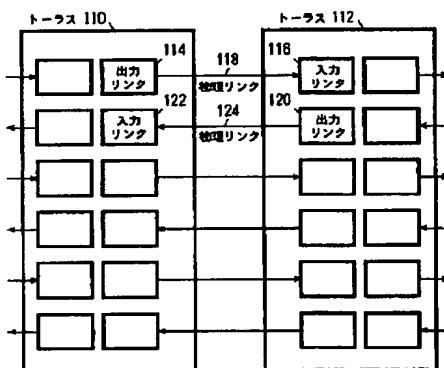
124 物理リンク

126 出力リンク

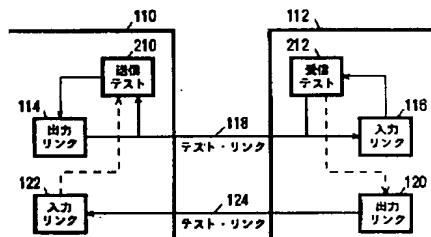
128 入力リンク

130 物理リンク

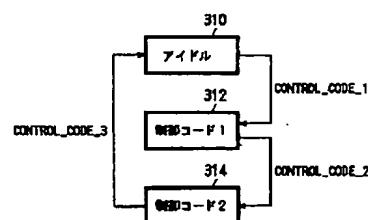
【図1】



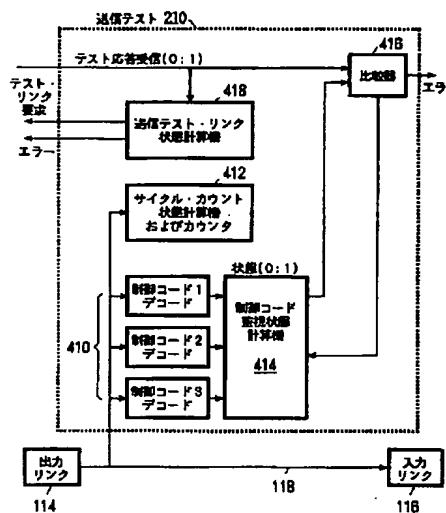
【図2】



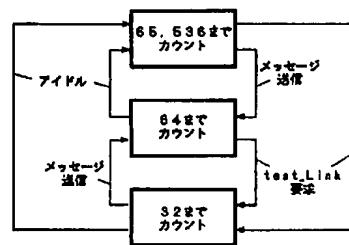
【図3】



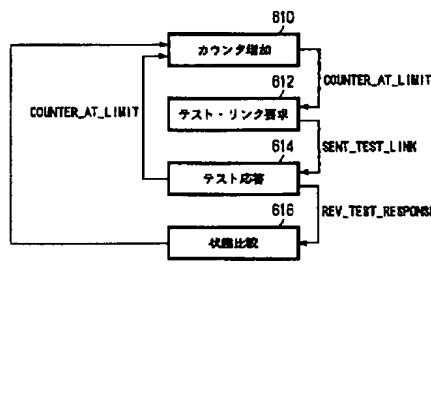
[図4]



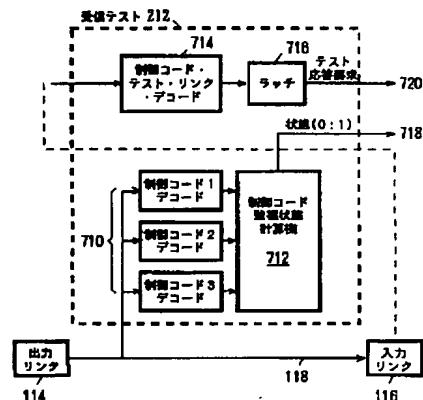
【図5】



[図6]



【図7】



## フロントページの続き

(51) Int.C1. <sup>6</sup>  
H 0 4 M 3/22

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 04 L 13/00

## 技術表示箇所

(72)発明者 ミシェル・ジェームズ・レイフィールド  
アメリカ合衆国85715 アリゾナ州ツーソン  
ノース・クラブ・ロード 4700 ナンバー6207